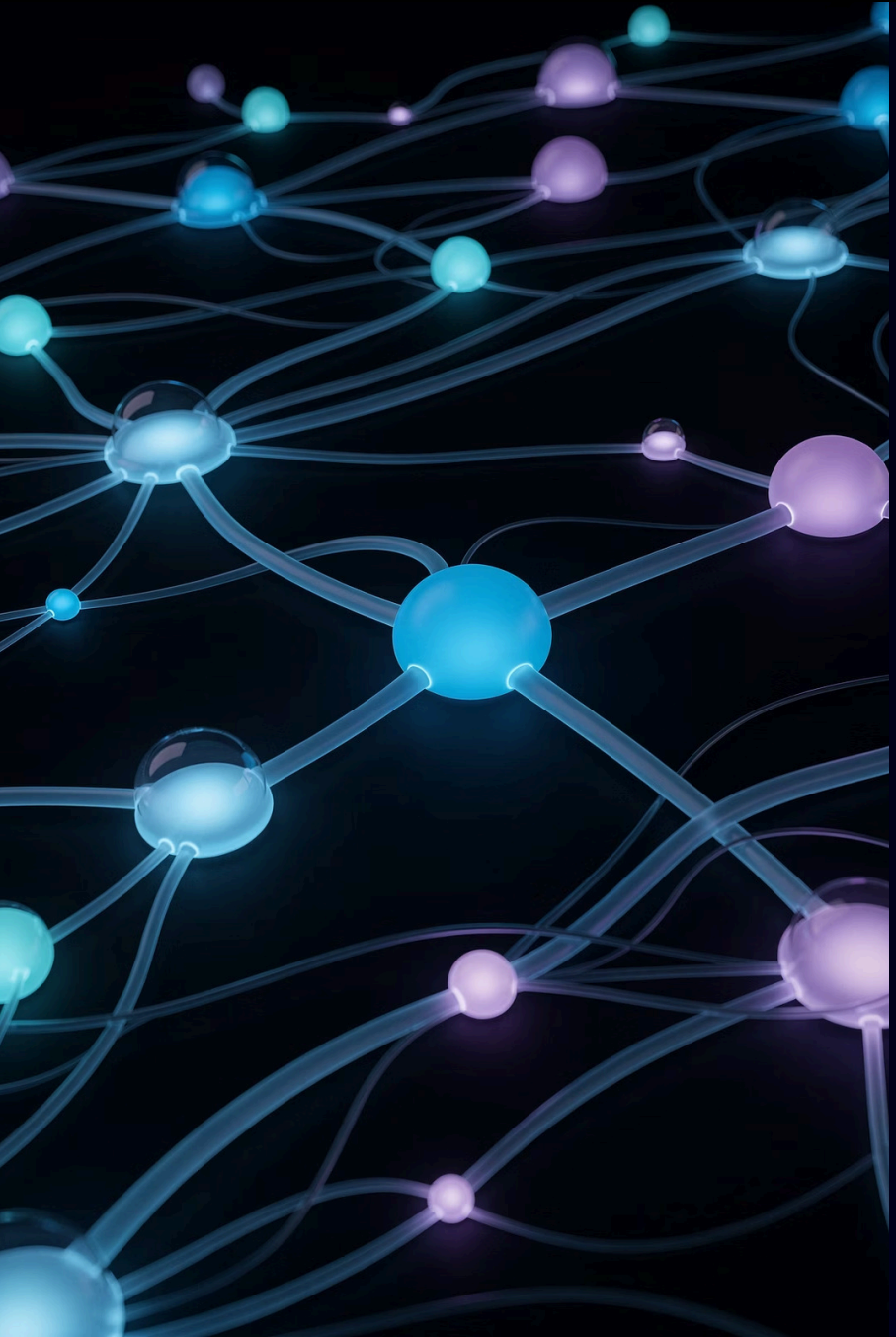


# Etolojide Davranışın Temelleri: Öğrenme Yoluyla Kazanılan Adaptasyon Kabiliyeti

Ders Sunumu

*Teradigma*

# Öğrenme Nedir?

Etoloji disiplininde öğrenme; bir organizmanın deneyimleri neticesinde davranışlarında meydana gelen ve **sinir sisteminde temellenen kalıcı değişiklikler** olarak tanımlanır.

### Geçici Değişikliklerden Ayrımı

Gelişim, olgunlaşma veya yorgunluktan kaynaklanan geçici değişikliklerden ayrılır

### Geniş Bir Yelpaze

En basit filtreleme mekanizmalarından en karmaşık bilişsel süreçlere kadar geniş bir yelpazeyi kapsar

# Hiyerarşik Öğrenme Yapısı

Öğrenme mekanizmaları, her bir sonraki seviyenin bir öncekini temel aldığı hiyerarşik bir yapı içinde tertip edilmiştir.

1

## Temel Katman

Çağrışımsal olmayan öğrenme (alışma, duyarlılaşma)

2

## Orta Katman

Çağrışımsal öğrenme (klasik ve edimsel koşullanma)

3

## Üst Katman

Sosyal aktarım, içgörü ve nedensel akıl yürütme

# Alışma (Habituation)

Tekrarlayan ve organizma için tehdit ya da ödül içermeyen bir uyarana karşı verilen tepkinin zamanla azalması veya ortadan kalkması sürecidir.

## Filtreleme Mekanizması

Sinir sistemine kodlanmış bir "filtreleme" mekanizması olarak işlev görür

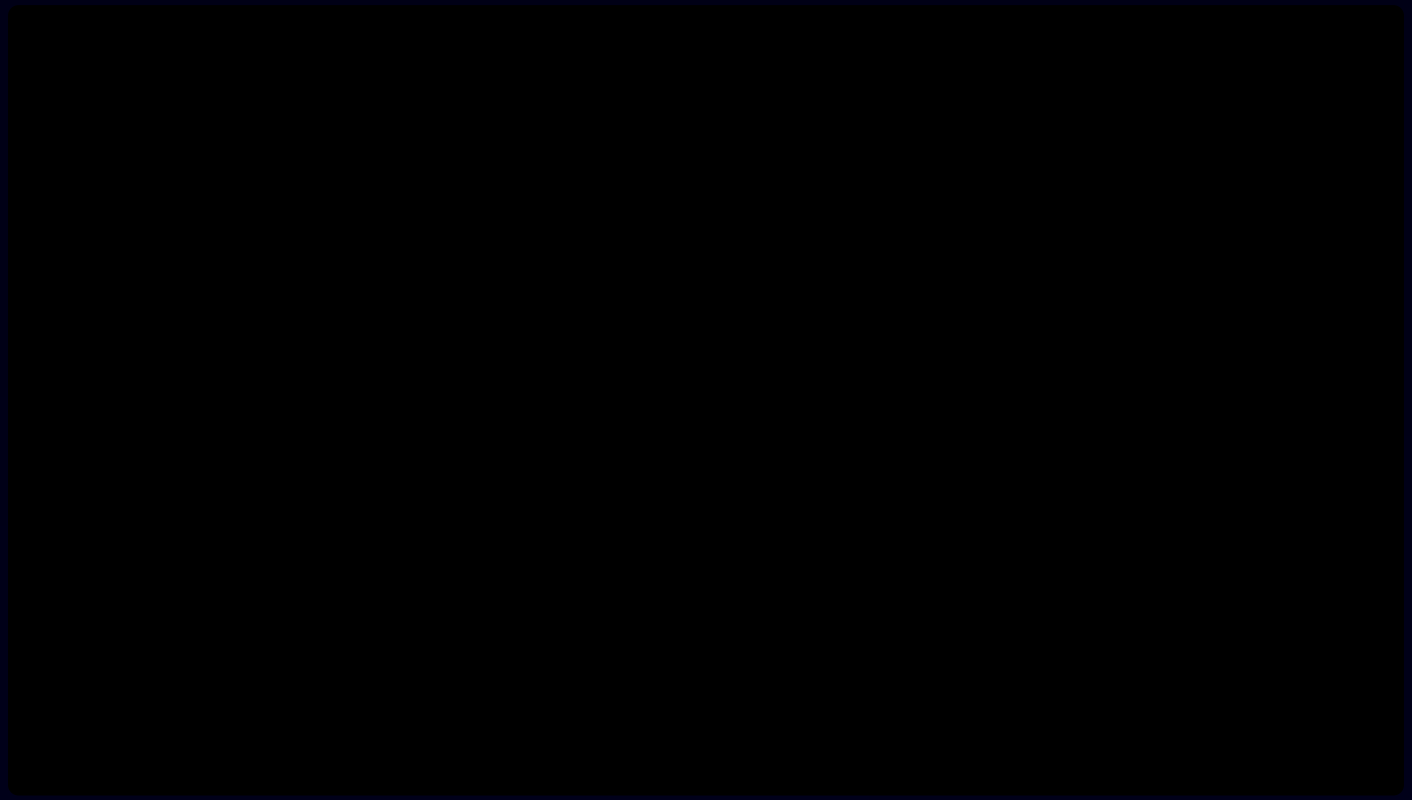
## Dikkat Yönlendirme

Dikkat ve enerji, önemsiz uyaranlardan hayati sinyallere yönlendirilir

## Örnek

Çayır köpeklerinin zararsız olduğu deneyimlenen sesler için alarm çağrılarını azaltması

# Duyarlılaşma (Sensitization)



Alışmanın zıttı bir süreç olarak düzenlenmiştir: zararlı veya biyolojik açıdan kritik bir uyarana maruz kalındıktan sonra, sonraki uyaranlara karşı **artan tepkisellik** gözlemlenir.

### Teyakkuz Hali

Sinir sistemi bir "teyakkuz" haline geçirilir

### Hızlı Yanıt

Gelecekteki tehditlere daha hızlı ve güçlü yanıt üretilmesi sağlanır

# Alışma ve Duyarlılaşma: Bir Kapılama Sistemi

Bu iki mekanizma birlikte, bilgi işlem hiyerarşisinin en alt katmanında son derece verimli bir **kapılama (gating) sistemi** oluşturmaktadır.

→ **Filtreleme**

Sürekli ve zararsız uyaranlar filtrelenerek "yok sayılır"

→ **Önceliklendirme**

Yeni, ani veya ağrılı uyaranlar "önceliklendirilir" ve üst merkezlere iletilir

→ **Verimlilik**

Bilişsel kaynakların en verimli biçimde kullanılması böylece sağlanır

# Alışmanın Nörobiyolojik Temeli

*Aplysia* (deniz salyangozu) modelinde aydınlatılan hücresel mekanizma:

01

## Azalan Glutamat Salınımı

Uyaranın tekrarıyla, duyu nöronunun akson terminaline ulaşan her aksiyon potansiyeli daha az glutamat salınımına yol açar

02

## Zayıflayan Uyarılma

Postsinaptik motor nöronda uyarılma zayıflar

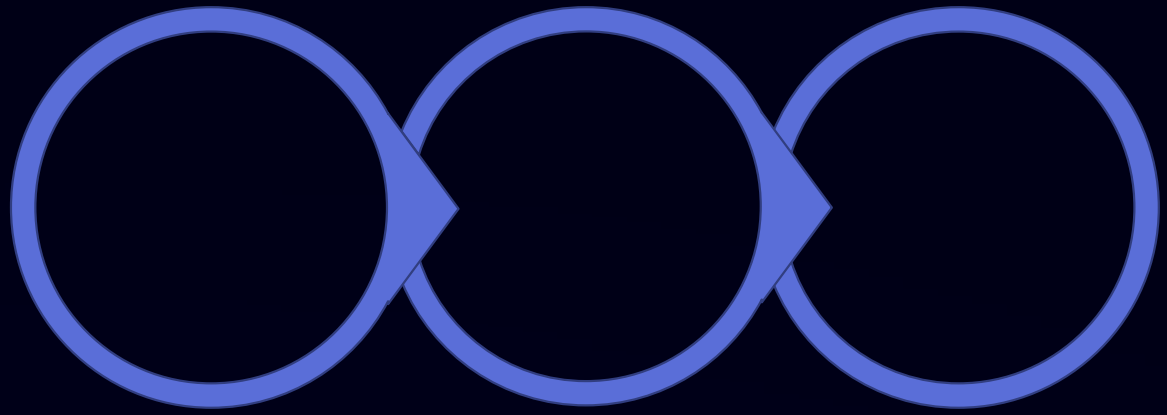
03

## Azalan Tepki

Sonuç olarak solungaç çekme refleksi gibi davranışsal tepkiler azalır

# Duyarlılaşmanın Nörobiyolojik Temeli

Mekanizma, alışmaya kıyasla daha karmaşık biçimde tasarlanmıştır ve bir ara nöron (interneuron) devreye girer.



Serotonin tetiklediği biyokimyasal basamaklar aracılığıyla aksiyon potansiyeli başına salınan nörotransmitter miktarını artırır; sinaptik bağlantı güçlenir.

# Alışma–Koşullanma Bağlantısı

Güncel nörobilim araştırmaları, alışma ve duyarlılaşmanın çağrışımsal öğrenmenin de temelini oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

### Duyarlılaştırıcı Etki

Pavlovyan koşullanmada koşulsuz uyaranın (US) oluşturduğu duyarlılaştırıcı etki, koşullu uyarana (CS) karşı alışmanın gelişmesini engeller

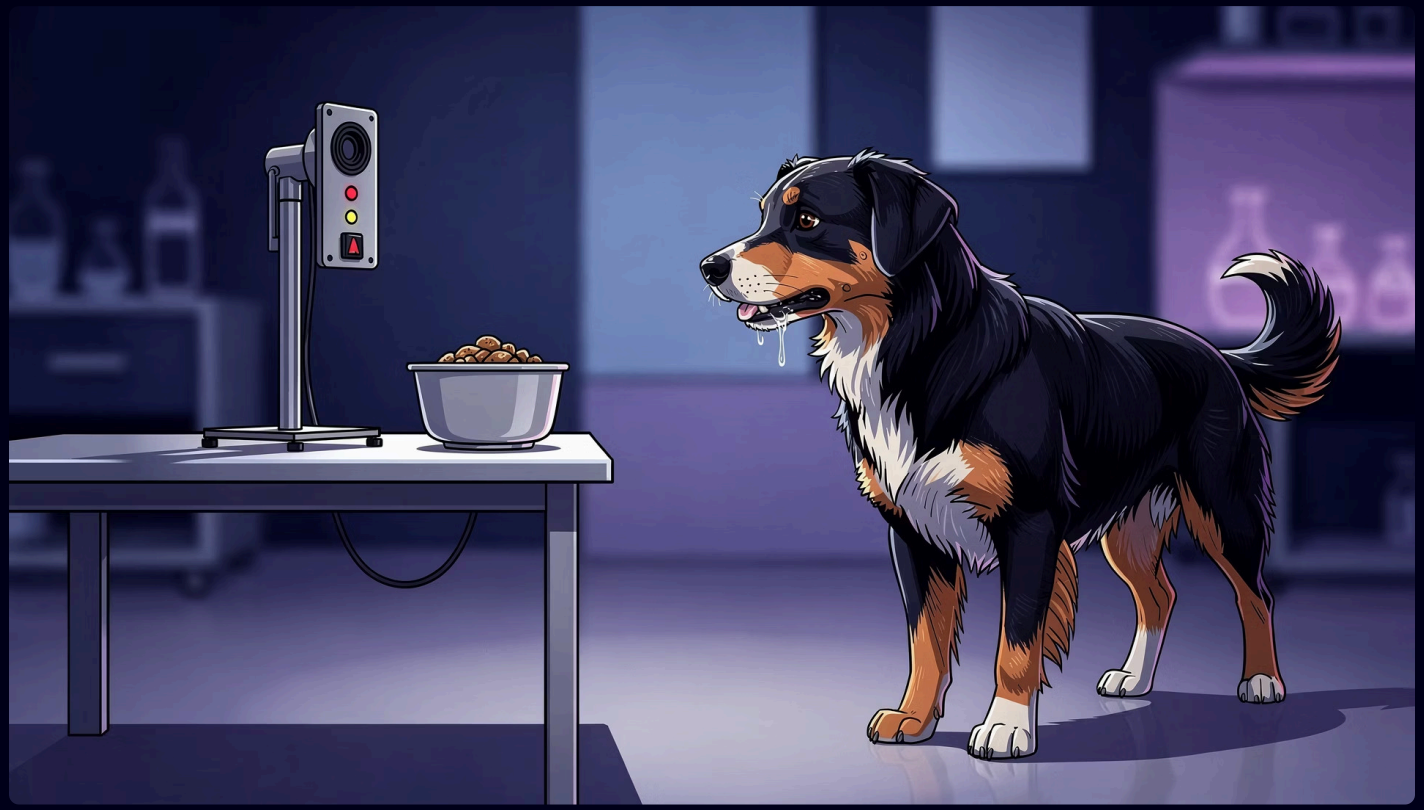
### Kritik İşlev

Bu engelleme, iki uyaran arasında çağrışım kurulabilmesi için kritik bir işlev üstlenir

### Entegre Sistem

Öğrenme mekanizmaları yalıtılmış değil; birbiri üzerine inşa edilmiş entegre bir sistemin parçalarıdır

# Klasik (Pavlovyan) Koşullanma



Biyolojik olarak anlamlı bir uyaran (koşulsuz uyaran — US) ile nötr bir uyaranın (koşullu uyaran — CS) tekrarlı eşleştirilmesi sonucunda, CS'ye karşı da biyolojik tepki (koşullu tepki — CR) oluşturulur.

### İstemsiz Davranışlar

İstemsiz, otonomik ve refleksif davranışların edinilmesini yönetir

### Pasif Rol

Organizma pasif rol üstlenir; öğrenme uyaranların zamansal birlikteliğiyle gerçekleşir

### Örnekler

Salya salgılama, korku tepkisi bu süreçle şekillenir

# Edimsel (Operant) Koşullanma

Bir davranışın sonuçları aracılığıyla o davranışın gelecekteki tekrarlanma olasılığı değiştirilir.

### Pekiştirme

Olumlu sonuç → davranış sıklığı artar

### Ceza

Olumsuz sonuç → davranış sıklığı azalır

### Aktif Organizma

Organizma aktiftir; istemli ve amaca yönelik davranışlar bu süreçle biçimlenir

# İki Koşullanma Türü: Tamamlayıcı Sistemler

Bu iki öğrenme biçimi, rekabet eden teoriler değil; çevreyi modellemeye yarayan tamamlayıcı sistemler olarak anlaşılmalıdır.

→ **Öngörü Yeteneği**

Klasik koşullanma, organizmanın eylemlerinden bağımsız nedensel ilişkileri öğrenmesini sağlar

→ **Kontrol Yeteneği**

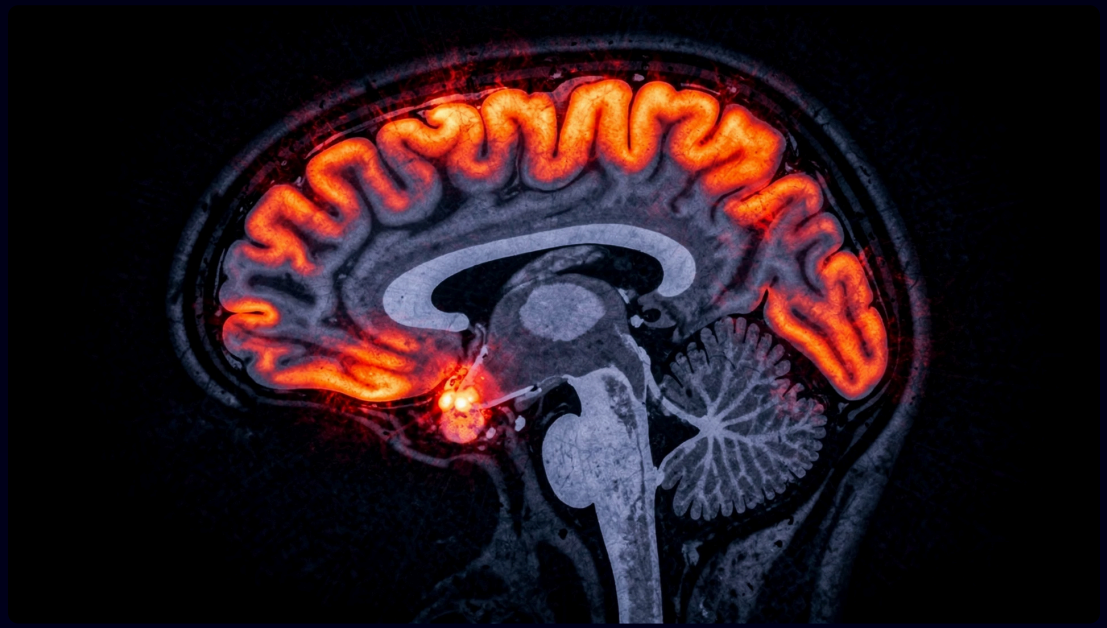
Edimsel koşullanma, kendi eylemlerinin sonuçlarını öğrenmesini sağlar

→ **Birlikte**

Önce anla, sonra harekete geç

# Nöral Devre Ayrımı: fMRI Bulguları

İki öğrenme türü, beyinde farklı devreler tarafından desteklenmek üzere tasarlanmıştır.



### Klasik Koşullanma

**Amigdala** (duygusal tepkiler), **serebellum** (motor refleksler)

### Edimsel Koşullanma

**Bazal ganglionlar**, **prefrontal korteks**, **temporoparietal kavşak (TPJ)**

### fMRI Bulgusu

Edimsel öğrenme sırasında TPJ'de anlamlı ölçüde artan aktivasyon ve birincil somatosensoriyel kortekste (SI) azalan ağrı aktivasyonu gözlemlenmiştir

# Sosyal Öğrenme: Tanım ve Avantaj

Bir bireyin başkalarını gözlemleyerek veya onlarla etkileşim kurarak yeni davranışlar, beceriler ya da bilgiler edinmesi sürecidir.

## Risk Azaltma

Bireysel deneme-yanılmanın taşıdığı riskler (zehirli yiyeceği tatmak gibi) ve maliyetler ortadan kalkar

## Bilgi Aktarımı

Bilgi, bireyler ve nesiller arasında aktarılır

## Hızlı Adaptasyon

Adaptasyon süreci bu mekanizma aracılığıyla önemli ölçüde hızlandırılır

# Sosyal Öğrenmenin Spektrumu

Sosyal öğrenme, basitten karmaşığa uzanan bir süreklilik içinde düzenlenmiştir:

### Yerel/Uyaran Zenginleştirmesi

Bir bireyin varlığı diğerlerinin dikkatini belirli yer veya nesneye çeker; doğrudan kopya içermez

### Gözlemsel Koşullanma

Başka birinin korku tepkisini gözlemleyerek o uyarandan korkmayı öğrenme

### Taklit ve Öykünme

Taklit: Modelin motor hareketlerinin birebir kopyalanması; Öykünme: Modelin amacını anlayarak aynı sonuca ulaşma

# Hayvan Kültürü Olgusu

Belirli davranış kalıpları, genetik aktarımla açıklanamayacak hızda bir popülasyon içinde yayıldığında ve nesiller arasında aktarıldığında "**hayvan kültürü**" olgusu ortaya çıkar.

## Şempanze Alet Setleri

Şempanze popülasyonlarının farklı alet setleri kullanması

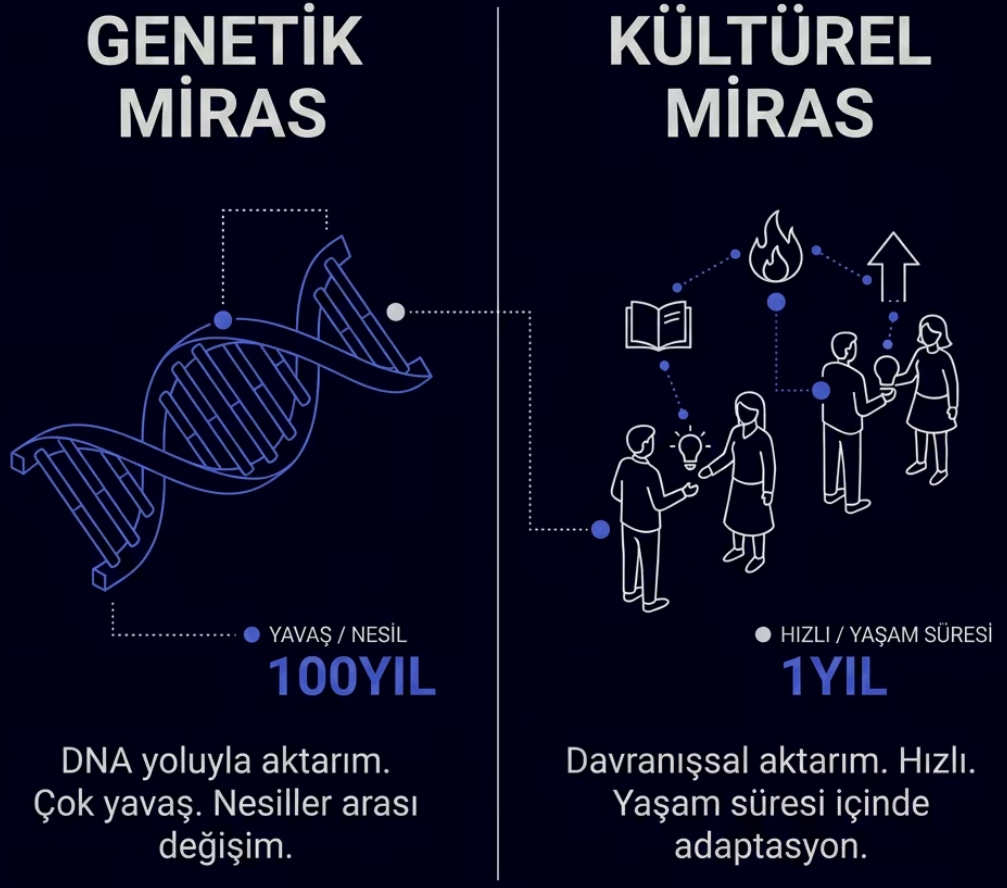
## Kuş Şarkı Diyalektleri

Ötücü kuşların bölgeye özgü şarkı diyalektleri geliştirmesi

## Balina Şarkıları

Kambur balina şarkılarının okyanus havzaları boyunca yayılması ve zamanla dönüşümü

# Kültürel Kalıtım: İkinci Bir Aktarım Sistemi



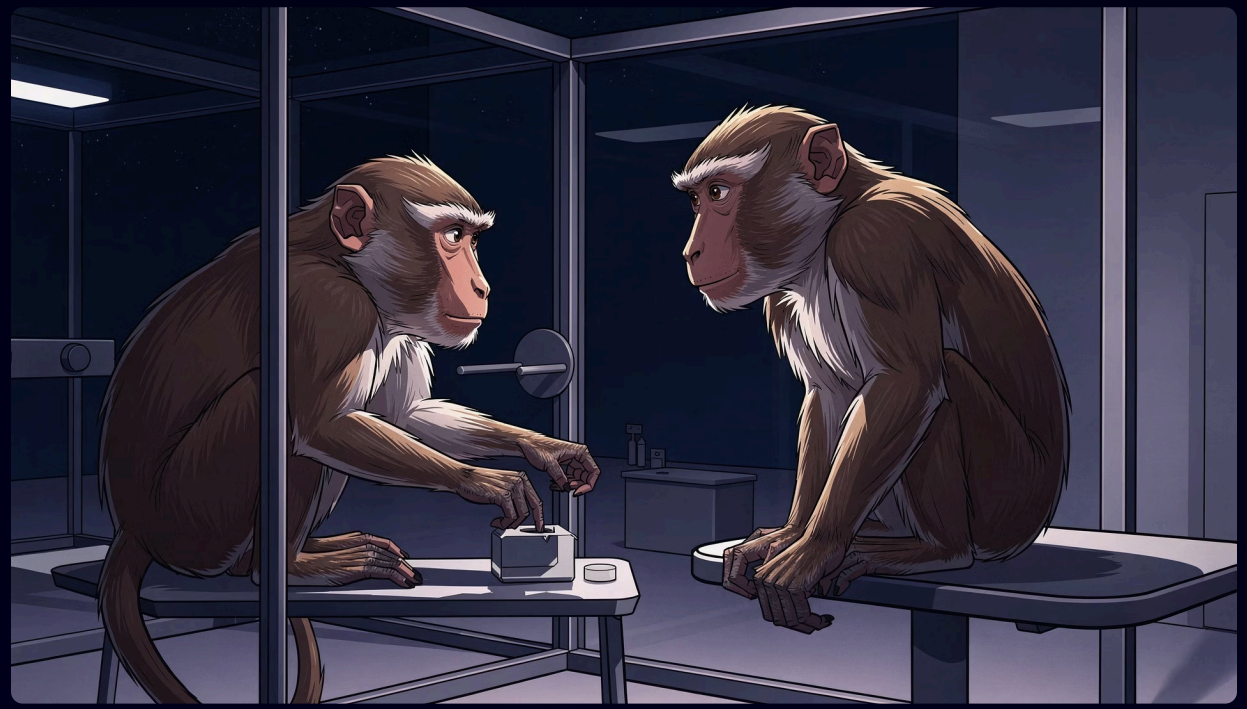

Sosyal öğrenme, bilginin yalnızca DNA aracılığıyla değil, **davranışsal olarak da aktarılabildiği** ikinci bir kalıtım sisteminin varlığını temsil eder.

**Hız Avantajı**
Genetik kalıtımdan çok daha hızlı bir adaptasyon ve bilgi birikimi potansiyeli sunar

**Anlık Uyum**
Bir popülasyonun, yeni çevresel zorluğa genetik mutasyon beklemeksizin tek bir bireyin yeniliğiyle uyum sağlaması mümkün kılınır

# Ayna Nöron Sistemi (MNS)

İlk olarak makak maymunlarının premotor korteksinde tespit edilen özel nöronlar; hayvan hem bir eylemi gerçekleştirdiğinde hem de başka birinin aynı eylemi gerçekleştirdiğini **gözlemlediğinde** ateşlenir.



### Motor Simülasyon

Gözlemlenen eylemin gözlemcinin motor repertuvarında bir "simülasyonunu" oluşturduğu düşünülmektedir

### Amaç Çözümleme

Bazı araştırmalar, MNS'nin doğrudan motor taklitten ziyade eylemin **amacını** çözümlemeye yönelik olduğunu öne sürmektedir

# İçgörü (Insight) Yoluyla Öğrenme

Bir probleme çözümün, uzun deneme-yanılma süreci olmaksızın ani bir zihinsel kavrayışla ("Aha!" anı) bulunmasıdır.

### Zihinsel Yeniden Yapılandırma

Problemin unsurları zihinsel olarak yeniden yapılandırılır; ilişkiler yeni bir perspektiften görülür

### Sultan'ın Çözümü

Köhler'in şempanzesi Sultan, tavana asılı muza ulaşmak için kutuları üst üste koyma çözümünü aniden bulmuştur

### Zihinsel Simülasyon

Bu davranış, çözümün gerçek denemeden önce zihinsel bir model üzerinde "simüle edildiğini" düşündürür

# Nedensel Akıl Yürütme

Olaylar arasında yalnızca zamansal ardışıklık değil, **neden-sonuç ilişkisi** kurma yeteneğidir.

Kargaların, dar bir tüpteki su seviyesini taş atarak yükseltme ve ipi aşamalı çekerek yiyeceğe ulaşma gibi çok adımlı problemleri çözdüğü gözlemlenmiştir.

Bu davranışlar, hayvanın fiziksel dinamiklere dair bir anlayış geliştirdiğine işaret eder; yalnızca bir kural öğrenmekle açıklanamaz.

# "Aha!" Anının Nöral İmzası

EEG ve fMRI çalışmaları, içgörü anının beyinde kendine özgü bir nöral imzaya sahip olduğunu ortaya koymuştur.

01

## Gama Bandı Aktivitesi

Çözümün bulunduğu andan hemen önce, beynin **sağ temporal lobunda** (anterior superior temporal girus) yüksek frekanslı **gama bandı** aktivitesinde ani artış tespit edilmiştir

02

## Bilinçdışı Hazırlık

Bu bulgu, çözümün bilinçdışı süreçlerde hazırlandığı ve bu aktivite patlamasıyla birlikte bilinç düzeyine çıktığı biçiminde yorumlanmaktadır

# Öğrenmenin İçsel Modeli

İçgörü ve nedensel akıl yürütme, öğrenmenin dış dünyadan uyaran-tepki bağlantıları kaydetmekten ibaret olmadığını; dünyanın işleyişine dair **içsel zihinsel bir modelin inşa edildiğini** ortaya koyar.

## Zihinsel Manipülasyon

Canlı bu modeli zihinsel olarak manipüle ederek, gerçek dünyada deneme yapmadan potansiyel çözümleri simüle edebilir

## Duraksama Anı

Sultan'ın veya ip çeken karganın problemle uğraşırken sergilediği duraksama anı, bu içsel bilişsel işlemin gerçekleştiği an olarak değerlendirilebilir

# Öğrenme Mekanizmalarındaki Hassas Denge

Alışma ile duyarlılaşma arasındaki denge, çevreden gelen bilgi akışının hassas biçimde düzenlenmesini sağlayan, belirli bir amaca hizmet eden incelikli bir sistem olarak karşımıza çıkar.

### Filtreleme

Gereksiz uyaranlar filtrelenerek enerji ve dikkat tasarrufu sağlanır

### Teyakkuz

Hayati tehditler karşısında ise teyakkuz hali korunur

### Amaçlı Tasarım

Bu ikili yapının rastlantısal değil, belirli bir gaye için tertip edilmiş olduğu gözlemlenmektedir

# "Garcia Etkisi" ve Biyolojik Hazır Bulunuşluk

Öğrenme mekanizmaları, belirli biyolojik "hazır bulunuşluklara" göre şekillendirilmiştir:

01

### Tek Denemede İlişkilendirme

Bir hayvan, zehirli yiyeceğin tadı ile saatler sonra ortaya çıkan mide bulantısını **tek bir denemede** ilişkilendirir

02

### Asimetrik Öğrenme

Aynı bulantıyı bir ses veya ışıkla bu kadar kolay ilişkilendiremez

03

### Optimize Edilmiş Sistem

Bu asimetri, öğrenme sisteminin rastgele değil, türün yaşam koşullarıyla uyumlu ve **hayatta kalma için optimize edilmiş** biçimde tasarlandığını gösterir

# Hammadde ile Sanat Arasındaki Fark

Öğrenmenin temel "hammaddesi" olan nöronlar, sinapslar ve nörotransmitterlerin hiçbiri tek başına bilinç, hafıza veya anlama özelliği taşımaz.

### LTP (Uzun Süreli Güçlendirme)

Kalsiyum iyonu akışındaki artış ve reseptör sayısındaki değişiklikle gerçekleşen, hafızanın moleküler temeli

### DNA Metilasyonu

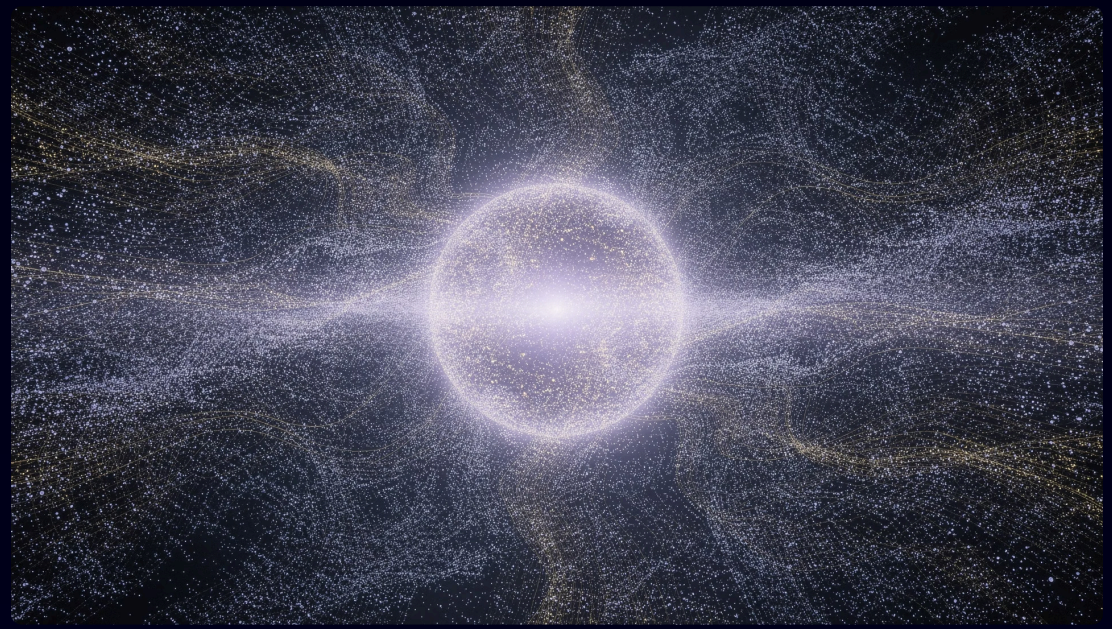
Gen ifadesini değiştirerek öğrenme süreçlerini etkileyen epigenetik mekanizma

### Açıklanamayan Nitelik

Bu bileşenlerin hiçbiri tek başına "bir anı taşımaz" veya "bir problemi anlamaz"

# Parçalardan Bütüne: Açıklanamayan Sıçrama

Cansız hammaddelerden niteliksel olarak tamamen farklı bir bütün inşa edilmektedir:



### Yeni Olgu

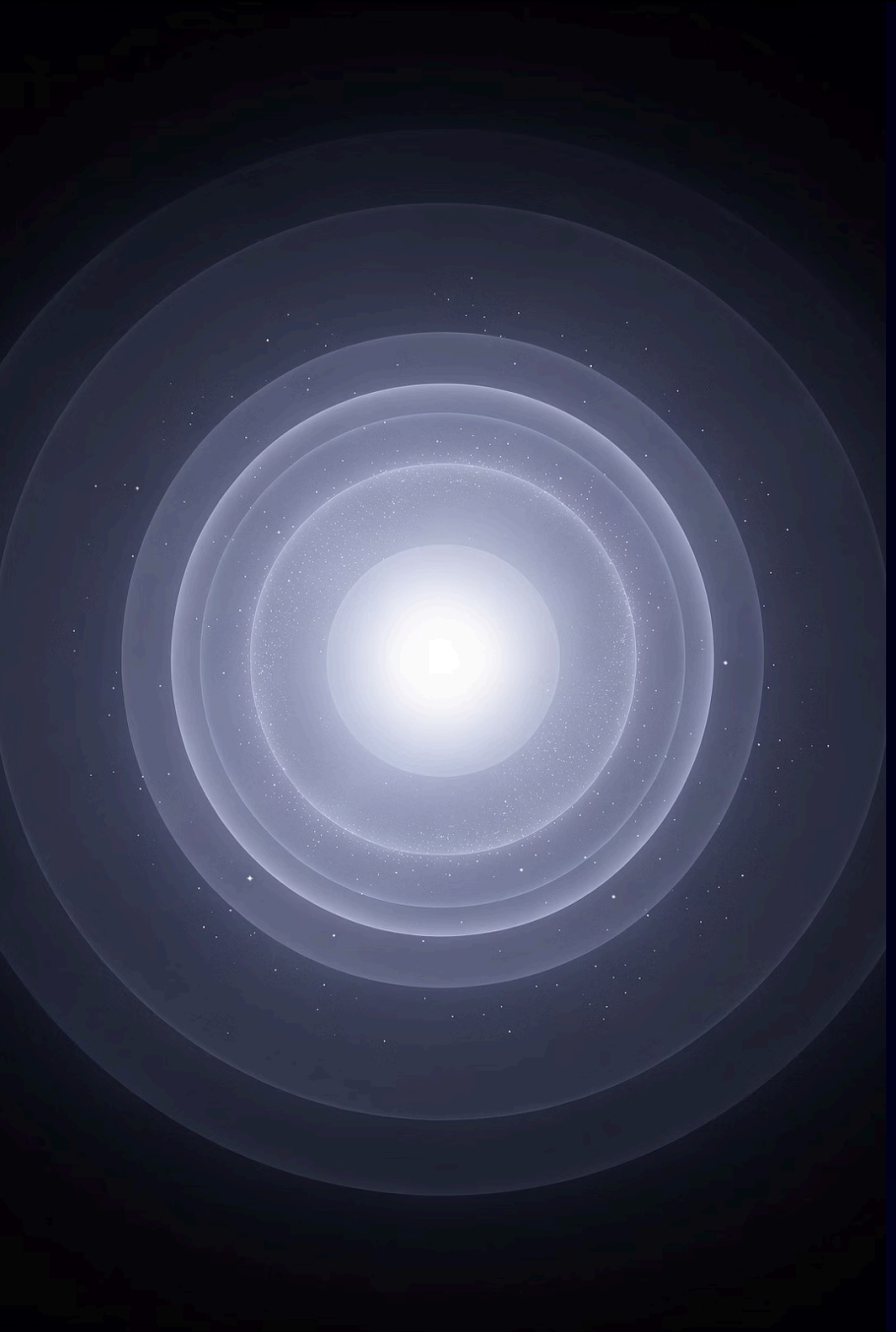
Milyonlarca sinapstaki iyon akışlarının toplamı, bir şempanzenin aletin nedensel işlevini **anlaması** gibi yeni bir olguyu ortaya çıkarır

### Anlam Sorusu

Tek tek nöronlarda bulunmayan "anlam" ve "kavrayış", bütünde nasıl tezahür etmektedir?

### Açıklanamayan Düzen

Kimyasal reaksiyonların bir canlıya geçmiş deneyimlere dayanarak **öngörüde bulunma** kabiliyeti kazandırması, parçaların toplamıyla açıklanamayan bir düzene işaret eder



# Açıklayıcı Boşluk (Explanatory Gap)

Nörobiyoloji, öğrenme ve hafızanın *nasıl* gerçekleştiğini büyük bir başarıyla aydınlatmaktadır; ancak temel bir soru cevapsız kalmaktadır.

## Temel Soru

Fiziksel ve kimyasal süreçler *neden* "anlama", "farkındalık" veya "kavrayış" gibi öznel birinci şahıs deneyimlerini (qualia) ortaya çıkarır?

## İndirgeme Sorunu

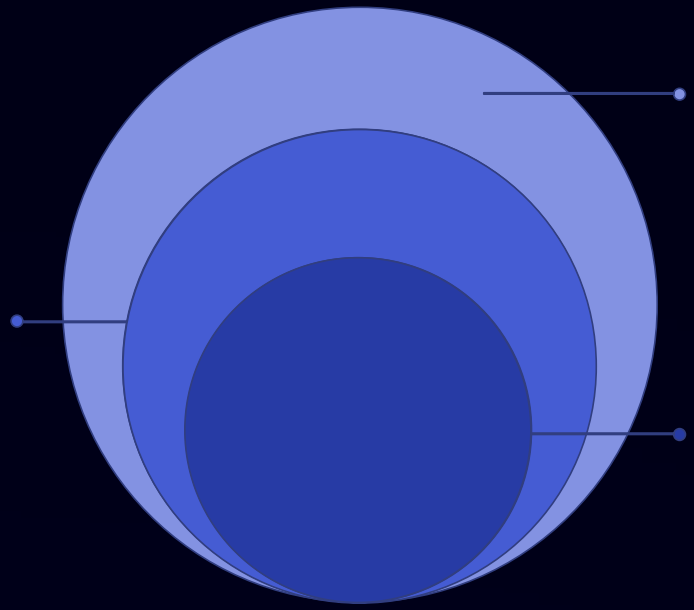
Bu problem; bilincin ve zihnin, yalnızca nöron ateşlenmeleri gibi fiziksel süreçlere indirgenemeyeceğini düşündürür

## Açıklamanın Sınırı

Fiziksel bir sürecin tarifi, o sürecin ürettiği öznel deneyimi tam olarak açıklayamaz

# Sentez: Entegre ve Hiyerarşik Bir Sistem

Alışmadan içgörüye uzanan bütün öğrenme mekanizmaları, birbiriyle entegre, hiyerarşik ve sanatlı bir sistemin katmanlarını oluşturur.



### Hassas Nizam

Moleküler, hücresel, sistemsel ve davranışsal her düzeyde hassas bir nizam ve belirli bir gaye için işleyiş gözlemlenmektedir

### Bilimsel Metodoloji

Bilimsel metodoloji bu mekanizmaların *nasıl* işlediğini aydınlatır

### Tefekkürün Alanı

Cansız maddeden anlamlı bilginin *nasıl* ortaya çıktığı ve bu sanatlı yapının kökeni sorusu ise aklın ve tefekkürün alanına girmektedir